Journal of Agricultural Machinery
Vol. 10, No. 2, Fall- Winter 2020, p. 289-298

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۹، ص ۲۹۸-۲۸۹

بررسی اثر آب مغناطیسی بر رشد و جوانه‌زنی بذر پنج رقم گندم

سعید زارعی[۱]، مهدی کسرایی[۲*]، محمد امین نعمت اللهی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۱

چکیده

آب مغناطیسی، روشی نو در افزایش بهره‌وری آب به‌شمار می‌آید. هدف این پژوهش بررسی اثر آب مغناطیسی بر شاخص‌های رشد و جوانه‌زنی پنج رقم گندم و تعیین بهترین رقم گندم از نظر شاخص‌های رشد بود. برای اعمال میدان مغناطیسی از دستگاهی استفاده شد که در آن، آب در میدان مغناطیسی قرار گرفت. آزمایش تعیین شاخص رشد و جوانه‌زنی به‌ترتیب در گلخانه و آزمایشگاه انجام شد. تیمارها شامل پنج رقم گندم (روشن، سرداری، شیراز، فلات و یاواروس)، سه سطح میدان (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌تسلا) و سه سطح مدت زمان (۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه) و نیز از هر رقم یک نمونه شاهد (بدون قرار گرفتن در میدان مغناطیسی) بود. عوامل مورد مطالعه شامل وزن خشک، درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه طولی و وزنی بود. آزمایش‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و با آزمون LSD انجام شد. نتایج نشان داد که اثر آب مغناطیسی بر کلیه شاخص‌های رشد و جوانه‌زنی با نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود و هر پنج رقم در میدان ۱۵۰ میلی‌تسلا و زمان ۱۲۰ دقیقه بیش‌ترین وزن خشک را داشتند. رقم روشن، بیش‌ترین میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی، ارقام روشن و سرداری بیش‌ترین شاخص بنیه طولی و رقم سرداری بیش‌ترین شاخص بنیه وزنی را داشت.

واژه‌های کلیدی: آب مغناطیسی، بنیه طولی و وزنی، شاخص‌های جوانه‌زنی، گندم

مقدمه

بیش از سه‌چهارم جمعیت جهان در کشورهای درحال‌توسعه زندگی می‌کنند و متأسفانه سهم عمده‌ای از افزایش جمعیت مربوط به این کشورها است که امروزه با مشکل گرسنگی و نبود تغذیه مناسب دست به‌گریبان هستند (Emam, 2007). از دیدگاه کارشناسان تنها راه‌حل مشکل گرسنگی، افزایش تولید غذا می‌باشد که در کشورهای درحال‌توسعه لازم است تا سرمایه‌گذاری بیش‌تری برای تولید غذا صورت گیرد. چنانچه قرار باشد عرضه غذا به‌صورت کنونی انجام شود، این کشورها باید طی ۳۰ سال آینده حداقل ۶۰ درصد به تولیدات کشاورزی خود بیفزایند (Rhoades *et al.*, 1992).

غلات، مهم‌ترین گیاهان غذایی کره‌ی زمین و تأمین‌کننده‌ی ۷۰ درصد غذای مردم می‌باشند. دو غله گندم و برنج ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز بشر را تأمین می‌کنند. به‌طور کلی غلات تأمین‌کننده‌ی بیش از سه چهارم انرژی و نیمی از پروتئین مورد نیاز بشر به‌شمار می‌روند. بنابراین غلات نقش مهمی برای جلوگیری از گرسنگی را دارند (Emam, 2007; Eskandari *et al.*, 2016). با توجه به روند کاهش زمین‌های حاصلخیز و کمبود آب خصوصاً در بخش کشاورزی و گسترش فراگیر خشکی و خشکسالی و تقاضای رقابتی برای آب در بیش‌تر قسمت‌های جهان فشار زیادی روی منابع آب آمده است و روش‌های جدید برای حفظ کمیت و کیفیت آب و استراتژی‌های مقتضی باید ایجاد شود تا خطر تأمین آب مورد نیاز در سال‌های آینده کاهش یابد (Sadeghi, 2010). کیانی (Kiani, 2003) گزارش کرد، بخش کشاورزی، بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است و صرفه‌جویی آب در این بخش می‌تواند مقدار زیادی آب در اختیار ما قرار دهد بدون این‌که منابع جدید تخریب شوند. حسن اقلی (Hassan Oghli, 2008) نیز گزارش داد که در مبنای جهانی، کشاورزی ۶۹ درصد از کل برداشت‌های آبی را به خود اختصاص می‌دهد، به‌طوری‌که این رقم در ایران نزدیک به ۹۳ درصد است. لیدروود (Leather Wood, 2005) بیان کرد، یکی از روش‌هایی که می‌توان کل آب مصرفی برای آبیاری را کاهش داد، به‌کارگیری روش‌هایی است که محصول تولیدی به‌ازای هر واحد آب مصرفی، افزایش یابد. یکی از این روش‌ها، عبور دادن آب از میدان مغناطیسی می‌باشد. آب مغناطیسی کابردهای زیادی در زمینه‌های مختلف ازجمله، صنعتی، کشاورزی، بیولوژی و پزشکی دارد. در پالایش آب از طریق اعمال میدان مغناطیسی که جزء روش‌های تصفیه فیزیکی به‌شمار می‌رود، چیزی به آب کم یا زیاد نمی‌شود، بلکه فقط آرایش بارهای الکتریکی مولکول‌های آب تغییر می‌کند (Chibowski and Szcze, 2018). سلیم و همکاران (Selim *et al.*, 2019) مطالعه فیزیکی و آناتومی دو رقم گندم را تحت تأثیر آب مغناطیسی با در نظر گرفتن دو سطح تنش شوری خاک انجام دادند و اثرات مثبت آب مغناطیسی را در رشد و محصول نهایی مشاهده کردند. بعضی مطالعات نشان داده است که در اثر استفاده از آب مغناطیسی در شمار گل‌های تولید شده و

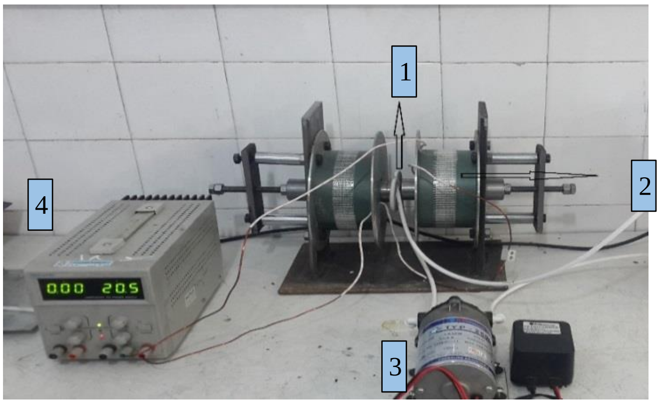
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک بیوسیستم، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email: kasraei@shirazu.ac.ir)

DOI: 10.22067/jam.v10i2.76707

محصول نهایی توت‌فرنگی افزایش به‌وجود می‌آید و سبب زودرسی آن می‌شود (Esitken and Turan, 2004). در گیاه گوجه‌فرنگی نیز همین افزایش در گل‌دهی و محصول نهایی و زودرسی گزارش شده است (Danilov *et al.*, 1994). هم‌چنین افزایش در مقدار ماده مغذی گوجه‌فرنگی (گوشتی شدن) در اثر مغناطیسی شدن آب نیز گزارش شده است (Amaya *et al.*, 1996; Podleoeny *et al.*, 2004; Duarte Diaz *et al.*, 1997). نتایج آزمایش‌های آبیاری با آب مغناطیسی در اورگان آمریکا بر روی مزارع یونجه نشان داد که عملکرد یونجه ۶۵ درصد افزایش و مصرف آب و هزینه پمپاژ تا ۴۲ درصد کاهش یافتند. مطالعه کنترل شده اثر آبیاری مغناطیسی بر روی درصد جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی، کدو و خیار نشان داد که در مدت ۳ روز ۹۶ درصد بذرها جوانه زدند، در حالی‌که در تیمارهای معمولی تنها ۷۳ درصد بذور در ۱۴ روز جوانه زدند (Ghodsipour *et al.*, 2016). گزارش پژوهش‌هایی در سال ۱۹۹۸ از مزارع پنبه‌کاری تگزاس آمریکا نشان می‌دهد که عملکرد پنبه در مزارع آبیاری شده با آب مغناطیسی، در حدود ۶۲۴/۱۴ کیلوگرم در هر هکتار بود، در حالی‌که در زمین‌های مشابه که با آب معمولی آبیاری شدند در حدود ۳۴۰/۱۹ کیلوگرم در هر هکتار گزارش گردید. آزمایش مزرعه‌ای با آب شور حاوی کربنات کلسیم، سولفات منیزیم و کلرید سدیم نتایج رضایت‌بخشی نشان داده است. برای نمونه، برداشت سورگوم ۴۵ درصد و ذرت ۳۰ درصد نسبت به مناطق کنترلی که آب شور و غیرمغناطیسی دریافت کردند بیشتر بود (Kiani, 2003). اثر آب مغناطیسی روی رشد بذور نخود توسط ناشر (Nasher, 2008) مورد آزمایش قرار گرفت. وی گزارش کرد که طول گیاهان بذور تیمار شده، ۲/۶۷ سانتی‌متر بلندتر بوده‌اند. اهداف این پژوهش بررسی اثر آب مغناطیسی بر وزن خشک، سرعت و درصد جوانه‌زنی، بنیه طولی و وزنی پنج رقم گندم شامل رقم‌های روشن، سرداری، شیراز، فلات و یاواروس و همچنین تعیین بهترین رقم از نظر شاخص‌های رشد جهت بهره‌وری محصول و آب مصرفی و انرژی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

دستگاه‌های آب مغناطیسی بیشتر از نیم قرن است که مورد استفاده می‌باشد. نخستین سیستم مغناطیسی آب در سال ۱۹۴۵ در بلژیک ساخته شد (Fathi *et al.*, 2006). به‌منظور انجام آزمایش‌ها، دستگاهی برای ایجاد میدان مغناطیسی مستقیم مشابه دستگاه واشیس و ناگاراجان (Vashisth and Nagarajan, 2010) با ظرفیت ایجاد میدان مغناطیسی ۵۰۰ میلی‌تسلا طوری ساخته شد که هم امکان قرارگیری مسیر آب و هم قرارگیری بذر در میدان مغناطیسی وجود داشته باشد (شکل ۱). این دستگاه شامل منبع تغذیه مستقیم جهت اعمال ولتاژ به سیم‌پیچ، پمپ گردش آب، سیم‌پیچ جهت ایجاد میدان مغناطیسی و مسیر حلزونی شکل می‌باشد که مسیر حلزونی شکل عبور آب در مدت زمان‌های مشخص در میدان مغناطیسی قرار گرفت (Zarei, 2017). برای اندازه‌گیری میدان مغناطیسی از دستگاه تسلامتر مدل MG-3002، ساخت کشور تایوان با دقت ۰/۱ میلی‌تسلا استفاده گردید. با توجه به قطر لوله مورد استفاده (۴ میلی‌متر)، دبی آب ۰/۹ لیتر بر دقیقه و سرعت متوسط چرخش آب ۱/۲ متر بر ثانیه، تعیین شد. در این پژوهش، صفات مربوط به پنج رقم گندم شامل سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه طولی و وزنی در آزمایشگاه در دمای معمولی اتاق به‌صورت کشت ۲۵ بذر در هر پتری‌دیش انجام شد. همچنین برای اندازه‌گیری صفت وزن خشک، عمل کاشت بذرها در شرایط یکسان گلخانه‌ای در گلدان‌های ۴ کیلویی، انجام شد. در ابتدا در هر گلدان ۱۰ بذر کشت شد و پس از ۲ هفته عمل تنک کردن انجام گرفت و در هر گلدان ۵ بوته که از نظر اندازه و شکل ظاهری بیشترین شباهت را به یکدیگر داشتند، حفظ شدند.



شکل ۱- دستگاه ایجاد میدان مغناطیسی با ظرفیت صفر تا ۵۰۰ میلی‌تسلا (۱- لوله مارپیچی، ۲- سیم‌پیچ میدان مغناطیسی، ۳- پمپ، ۴- منبع تغذیه مستقیم)

Fig.1. Magnetic field generating device with 0-500 mT (1- Spiral tube, 2- Magnetic field coil, 3- Pump, 4- DC Power supply)

اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی

سرعت جوانه‌زنی با توجه به رابطه (۱) محاسبه گردید (Maguire, 1982).

$$GR = \sum_{D=1}^{m} \frac{n_D}{D} \quad (۱)$$

GR، n_D، D، m به‌ترتیب سرعت جوانه‌زنی، تعداد دانه‌های جوانه‌زده در هر روز، تعداد روز گذشته و تعداد روز گذشته از شروع آزمایش می‌باشند. معیار جوانه‌زنی بذرها خروج ریشه‌چه به طول کمینه ۲ میلی‌متر بود. عمل شمارش بذرها به مدت ۷ روز انجام شد.

اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی

جهت محاسبه درصد جوانه‌زنی، می‌توان از رابطه (۲) استفاده نمود.

$$GP_i = \frac{n_i}{S} \quad i = 1, 2, 3..., m \quad (۲)$$

که n_i تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز هفتم و S تعداد کل بذرها است و رشد ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (Ellis and Roberts, 1981).

اندازه‌گیری شاخص بنیه طولی

شاخص بنیه طولی با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد.

$$SLVI = \frac{(SL + RL) \times GP}{100} \quad (۳)$$

که $SLVI$، SL، RL و GP به‌ترتیب شاخص بنیه طولی بذر (سانتی‌متر)، طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)، طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) و درصد جوانه‌زنی می‌باشند (Abdul-Baki and Anderson, 1973). در ضمن متوسط طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان برای هر تیمار در پتری‌دیش اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری شاخص بنیه وزنی

شاخص بنیه وزنی ($SWVI$) با استفاده از رابطه (۴) به‌دست می‌آید.

$$SWVI = \frac{(SW + RW) \times GP}{100} \quad (۴)$$

که در آن SW و RW به‌ترتیب وزن ساقه‌چه (گرم) و وزن ریشه‌چه (گرم) می‌باشند (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

کشت در گلخانه

عمل کاشت بذرها در گلدان‌های ۴ کیلویی انجام شد. در ابتدا در هر گلدان ۱۰ بذر کشت شد و پس از ۲ هفته عمل تنک کردن انجام گرفت و در هر گلدان ۵ بوته که از نظر اندازه و شکل ظاهری بیش‌ترین شباهت را به یکدیگر داشتند، حفظ شدند. در پایان ۶ هفته بوته‌های هر گلدان از سطح خاک بریده شدند و سپس نمونه‌ها در پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت توسط آون با دقت ۱ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، سپس هر نمونه خارج و وزن خشک آن اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها به‌صورت آزمایش‌های فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، شامل فاکتور مدت زمان قرارگیری آب در میدان مغناطیسی در سه سطح ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه و فاکتور شدت میدان مغناطیسی یکنواخت در سه سطح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌تسلا و پنج رقم گندم (یاواروس، فلات، شیراز، روشن، سرداری) در سه تکرار، انجام شد و از هر رقم یک تیمار بدون آن‌که در میدان مغناطیسی قرار گیرد در سه تکرار به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد که درمجموع ۱۵۰ تیمار را تشکیل دادند. آزمایش‌های مربوط به شاخص‌های رشد و جوانه‌زنی در داخل آزمایشگاه در دمای معمولی اتاق و آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری وزن خشک در محیط گلخانه و تحت شرایط کنترل شده انجام شد. در پایان هر آزمایش، داده‌ها اندازه‌گیری و ذخیره شدند. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از آزمون F برای تعیین سطح معنی‌داری تیمارها استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک

جدول‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب نشان‌دهنده تجزیه واریانس و اثرات متقابل سه‌گانه عامل‌های شدت میدان مغناطیسی، مدت زمان اعمال میدان و همچنین رقم گندم بر صفت وزن خشک می‌باشند.

مطابق با نتایج به‌دست آمده در جدول ۱ مشخص گردید که اثر رقم، میدان مغناطیسی و مدت زمان اعمال میدان بر صفت وزن خشک و همچنین اثر سه‌گانه عامل‌ها، بر این صفت معنی‌دار بود. همچنین مشاهده گردید که کلیه اثرات متقابل به جز اثر رقم در زمان، بر این صفت معنی‌دار بود ($p<0.01$). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سه‌گانه (در جدول ۱)، نتایج اثر سه‌گانه مورد بررسی قرار گرفت و در جدول ۲ آورده شد که نشان داد، سطح شاهد میدان مغناطیسی در رقم‌های فلات و شیراز دارای کمترین میانگین وزن خشک بود که با سایر میانگین‌های شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت. در سطح میدان مغناطیسی ۱۵۰ میلی‌تسلا و در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه در رقم یاواروس، در مدت زمان ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه در رقم سرداری و همچنین مدت زمان ۱۲۰دقیقه در رقم روشن، بیش‌ترین مقدار وزن خشک مشاهده گردید. در این راستا، گیلاخمدو و همکاران (Gyulakhmedov kh *et al.*, 1991) گزارش کردند که وزن خشک گیاه پنبه در مرحله رسیدگی از ۱۵۱/۲ گرم در تیمار آب غیرمغناطیسی به ۱۶۲/۶ گرم در تیمار آب مغناطیسی افزایش یافت. به عقیده آنها این افزایش بازده محصول به دلیل از بین رفتن یون‌های سمی خاک توسط آب مغناطیسی، صورت گرفته است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس بر وزن خشک

Table 1- Results of ANOVA on dry weight

منبع Source	درجه آزادی df	مربعات کل Total squares	میانگین مربعات Average squares	ضریب F F
Cultivar (V)	4	0.0078658	0.0019664	16.41**
Field (F)	2	0.0258939	0.0129469	108.04**
Time (T)	2	0.0046451	0.0023226	19.38**
V*F	8	0.0034712	0.0004339	3.62**
V*T	8	0.0014024	0.0001753	1.46ns
F*T	4	0.0111346	0.0027837	23.23**
V*F*T	16	0.0022979	0.0001436	1.2**
Error	90	0.0119832	16.33523	
Coefficient of variation				15.22725

** Significant at 1% of probability levels and ns Non-Significant

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و ns عدم معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه رقم، میدان مغناطیسی و زمان در ارتباط با صفت وزن خشک

Table 2- Comparison of the mean of triple interaction of the cultivar of the magnetic field and time (Dry weight trait)

میدان مغناطیسی Magnetic field (mT)	زمان Time (min)	رقم یاواروس Yavarus	رقم فلات Falat	رقم شیراز Shiraz	رقم روشن Roshan	رقم سرداری Sardari
0	0	0.045 O-R	0.042 R	0.042 QR	0.045 O-R	0.053 L-R
100	30	0.055 K-R	0.045 P-R	0.051 N-R	0.074 G-L	0.064 J-Q
	60	0.083 F-J	0.055 K-R	0.065 J-P	0.083 F-J	0.1133 AB
	120	0.090 C-H	0.061 K-R	0.090 C-H	0.103 B-F	0.104 B-F
150	30	0.084 E-G	0.073 G-M	0.066 I-P	0.076 G-K	0.094 B-G
	60	0.083 F-J	0.087 D-I	0.074 G-L	0.089 C-H	0.107 A-D
	120	0.124 A	0.098 B-F	0.093 B-G	0.105 A-E	0.110 A-C
200	30	0.067 I-O	0.056 K-R	0.063 J-R	0.074 G-L	0.070 H-N
	60	0.054 K-R	0.049 N-R	0.048 N-R	0.059 K-R	0.063 J-R
	120	0.051 M-R	0.046 O-R	0.044 P-R	0.052 M-R	0.057 K-R

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD5%).

Means in each column with the same letters according to LSD test has no significant difference on probability of 5%.

سرعت جوانه‌زنی

جدول ۳ نشان‌دهنده تجزیه واریانس مربوط به صفت سرعت جوانه‌زنی می‌باشد. بر این اساس اثر رقم، اثر میدان مغناطیسی و همچنین اثر مدت زمان اعمال میدان مغناطیسی و همچنین کلیه اثرات متقابل بر این صفت معنی‌دار بود (p<0.01). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سه‌گانه (در جدول ۳)، نتایج این اثر مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل در جدول ۴ آورده شد. با مقایسه میانگین اثر سه‌گانه مشخص گردید که برای ارقام مختلف، تفاوت چشمگیری در مورد صفت سرعت جوانه‌زنی، وجود ندارد.

در مورد تأثیر آب مغناطیسی روی سرعت رشد، تحقیقی توسط ناشر (Nasher, 2008) روی بذر نخود مورد آزمایش قرار گرفت. وی گزارش کرد که طول گیاهان تیمار شده توسط آب مغناطیسی نسبت به حالت غیرمغناطیسی ۲/۶۷ سانتی‌متر بلندتر بوده‌اند. طبق مطالعات بیلو و همکاران (Belov *et al.*, 1988) آب مغناطیسی بسیار آسان‌تر از آب معمولی توسط غشای بذر جذب می‌شود و به قسمت‌های درونی بذر راه پیدا می‌کند و علاوه بر جذب بهتر، فرآیندهای متابولیکی که منجر به جوانه‌زنی می‌شود، شروع می گردد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس بر سرعت جوانه‌زنی

Table 3- Results of ANOVA on germination rate

منبع Source	درجه آزادی df	مربعات کل Total squares	میانگین مربعات Average squares	ضریب F F
Cultivar (V)	4	43202.652	10800.663	661.19**
Field (F)	2	604.31704	302.15852	18.5**
Time (T)	2	400.20835	200.10417	12.25**
V*F	8	567	70.875	4.34**
V*T	8	1262.1187	157.76484	9.66**
F*T	4	236.12075	59.03019	3.61**
V*F*T	16	1047.4364	65.46478	4.01**
Error	90	1633.5228	16.33523	
Coefficient of variation				11.7953

** Significant at 1% of probability levels

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه رقم، میدان مغناطیسی و زمان در ارتباط با صفت سرعت جوانه‌زنی

Table 4- Comparison of the mean of triple interaction of the cultivar, magnetic field and time (Germination rate trait)

میدان مغناطیسی Magnetic field (mT)	زمان Time (min)	رقم یاواروس Yavarus	رقم فلات Falat	رقم شیراز Shiraz	رقم روشن Roshan	رقم سرداری Sardari
0	0	10.41 ^{KL}	20.61 ^{J}	7.8 ^{L}	57.28 $^{A-C}$	46.56 ^{D}
100	30	9.35 ^{KL}	24.01 ^{HI}	9.1 ^{KL}	61.25 ^{A}	50.66 ^{CD}
	60	10.55 ^{KL}	33.97 $^{E-G}$	14.03 $^{J-L}$	57.17 $^{A-C}$	48.12 ^{D}
	120	11.68 ^{KL}	33.70 $^{E-G}$	12.93 ^{KL}	58.31 ^{AB}	47.41 ^{D}
150	30	9.81 ^{KL}	36.78 ^{EF}	11.17 ^{KL}	61.25 ^{A}	48.9 ^{D}
	60	10.23 ^{KL}	31.3 ^{FG}	15.2 $^{J-L}$	57.6 $^{A-C}$	47.83 ^{D}
	120	39.32 ^{E}	34.39 $^{E-G}$	16.26 ^{JK}	59.6A ^{B}	49.12 ^{D}
200	30	11.45 ^{KL}	36.91 ^{EF}	12.53 ^{KL}	60.75 ^{AB}	53.24 $^{B-D}$
	60	28.48 ^{GH}	38.41 ^{EF}	13.85 $^{J-L}$	59.33 ^{AB}	48.65 ^{D}
	120	32.48 $^{E-G}$	39.01 ^{E}	16.27 ^{JK}	60.25 ^{AB}	47.83 ^{D}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD5%).

Means in each column with the same letters according to LSD test has no significant difference on probability of 5%.

درصد جوانه‌زنی

جدول ۵ نشان‌دهنده تجزیه واریانس صفت درصد جوانه‌زنی می‌باشد. بر این اساس اثر رقم، اثر میدان مغناطیسی و اثر زمان اعمال میدان مغناطیسی و همچنین کلیه اثرات متقابل بر این صفت معنی‌دار بود (p<0.01). مقایسه میانگین اثر سه‌گانه برای صفت درصد جوانه‌زنی گیاه در جدول ۶ آورده شد. بررسی اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که سطح شاهد میدان مغناطیسی در رقم شیراز دارای کم‌ترین میانگین درصد جوانه‌زنی بود که با میانگین سایر سطوح در این رقم تفاوت معنی‌دار نداشت. کلیه سطوح رقم روشن، بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی را نشان داد که با میانگین سایر سطوح این رقم، تفاوت معنی دار نداشت.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس بر درصد جوانه‌زنی

Table 5- Results of ANOVA on germination percentage

منبع Source	درجه آزادی df	مربعات کل Total squares	میانگین مربعات Average squares	ضریب F F
Cultivar (V)	4	100858.9	25214.725	378.52 **
Field (F)	2	1738.0148	869.0074	13.05 **
Time (T)	2	1391.1704	695.5852	10.44 **
V*F	8	1404.8	175.6	2.64 *
V*T	8	2568.5333	321.0667	4.82 **
F*T	4	2148.563	537.1407	8.06 **
V*F*T	16	12057.956	753.6222	11.31 **
Error	90	6661.3333	66.6133	
Coefficient of variation				12.24255

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

** and *: Significant at 1% and 5% of probability levels, respectively.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه رقم، میدان مغناطیسی و زمان در ارتباط با صفت درصد جوانه‌زنی

Table 6- Comparison of the mean of triple interaction of the cultivar, magnetic field and time (Germination percentage trait)

میدان مغناطیسی Magnetic field (mT)	زمان Time (min)	رقم یاواروس Yavarus	رقم فلات Falat	رقم شیراز Shiraz	رقم روشن Roshan	رقم سرداری Sardari
0	0	37.33 $^{G-I}$	66 ^{F}	16 ^{K}	94.66 ^{AB}	82 ^{BE}
100	30	40.66 ^{GH}	52 ^{G}	18.66 ^{JK}	100 ^{A}	89.33 $^{A-C}$
	60	38 $^{G-I}$	66.66 ^{EF}	29.33 $^{H-K}$	97.33 ^{AB}	89.33 $^{A-C}$
	120	37.33 $^{G-I}$	69.33 ^{EF}	22.66 $^{I-K}$	97.33 ^{AB}	89.33 $^{A-C}$
150	30	33.33 $^{H-J}$	78.66 $^{C-F}$	18.66 ^{JK}	100 ^{A}	88 $^{A-D}$
	60	36.66 $^{G-I}$	69.33 ^{EF}	37.33 $^{G-I}$	98.66 ^{A}	93.3 $^{A-C}$
	120	101.33 ^{A}	72 ^{EF}	18.66 ^{JK}	98.66 ^{A}	94.66 ^{AB}
200	30	36.55 $^{G-I}$	69.33 ^{EF}	24 $^{I-K}$	100 ^{A}	96 ^{AB}
	60	98.66 ^{A}	73.33 $^{D-F}$	30.66 $^{H-K}$	100 ^{A}	97.33 ^{AB}
	120	40 ^{GH}	81.33 $^{B-F}$	22.66 $^{I-K}$	100 ^{A}	90.66 $^{A-C}$

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD5%).

Means in each column with the same letters according to LSD test has no significant difference on probability of 5%.

اثر فن‌آوری مغناطیسی را هیلال (Hilal, 2000) روی میزان جوانه‌زنی و سبز شدن بذور بعضی از گیاهان در شرایط خاک شور و قلیایی مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که گوجه‌فرنگی در شرایط آبیاری با آب مغناطیسی شده نسبت به مغناطیسی نمودن بذر واکنش بهتری نشان می‌دهد. در تیمارهای مغناطیسی شده، بذور گندم بعد از ۶ روز ۱۰۰ درصد جوانه زدند در حالی‌که در تیمار معمولی بذور بعد از ۹ روز ۸۳ درصد جوانه زدند. واشیث و ناگاراجان (Vashisth and Nagarajan, 2010) با بررسی اثر تیمار مغناطیس روی بذر در میدان‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌تسلا نشان دادند که میدان مغناطیسی بر سرعت رشد و درصد سبز شدن دانه‌های آفتاب‌گردان تأثیر مثبتی دارد. آن‌ها از ۹ تا ۵۷ درصد افزایش سرعت جوانه‌زنی را گزارش کردند.

بنیه طولی

جدول ۷ نشان‌دهنده تجزیه واریانس صفت بنیه طولی می‌باشد. بر این اساس اثر رقم، میدان مغناطیسی و مدت زمان اعمال میدان مغناطیسی و همچنین کلیه اثرات متقابل بر این صفت معنی‌دار بود ($p<0.01$). مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم در میدان مغناطیسی در زمان برای صفت بنیه طولی گیاه در جدول ۸ آورده شد. بررسی اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که سطح شاهد میدان مغناطیسی در رقم شیراز دارای کم‌ترین میانگین بنیه طولی بود که با میانگین سایر سطوح در این رقم، تفاوت معنی‌دار نداشت. سطح اعمال میدان مغناطیسی ۲۰۰ میلی‌تسلا با زمان ۶۰ دقیقه در رقم روشن بیشترین میزان بنیه طولی را داشت که با سایر میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار آماری نشان داد. به طور کلی ارقام روشن و سرداری مقادیر بالاتری از میزان بنیه طولی را نشان دادند.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس بر بنیه طولی

Table 7- Results of ANOVA on seed length vigor index

منبع Source	درجه آزادی df	مربعات کل Total squares	میانگین مربعات Average squares	ضریب F F
Cultivar (V)	4	1512.2043	378.05107	1811.06**
Field (F)	2	36.383066	18.191533	87.15**
Time (T)	2	19.258356	9.629178	46.13**
V*F	8	35.279014	4.409877	21.13**
V*T	8	46.16401	5.770501	27.64**
F*T	4	59.81411	14.953528	71.64**
V*F*T	16	214.19311	13.387069	64.13**
Error	90	20.874541	0.208745	
Coefficient of variation				8.368934

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** Significant at 1% of probability levels

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه رقم، میدان مغناطیسی و زمان در ارتباط با صفت بنیه طولی

Table 8- Comparison of the mean of triple interaction of the cultivar, magnetic field and time (Seed length vigor index trait)

میدان مغناطیسی Magnetic field (mT)	زمان Time (min)	رقم یاواروس Yavarus	رقم فلات Falat	رقم شیراز Shiraz	رقم روشن Roshan	رقم سرداری Sardari
0	0	1.407^{P-S}	2.695^{MN}	0.656^{S}	9.712^{C-E}	8.128^{IJ}
100	30	1.697^{O-R}	4.390^{L}	1.028^{RS}	9.240^{E-H}	9.437^{E-G}
	60	1.514^{P-S}	4.026^{L}	1.338^{P-S}	8.452^{HI}	9.008^{E-H}
	120	1.171^{Q-S}	4.497^{L}	1.120^{Q-S}	7.602^{J}	9.110^{E-H}
150	30	1.012^{RS}	4.868^{L}	1.465^{P-S}	8.926^{E-I}	8.623^{G-I}
	60	0.846^{RS}	4.073^{L}	1.911^{N-Q}	10.466^{BC}	9.382^{E-G}
	120	8.860^{E-I}	4.412^{L}	0.740^{S}	8.793^{F-I}	9.663^{C-F}
200	30	1.440^{P-S}	2.485^{M-O}	0.953^{RS}	10.866^{B}	9.586^{D-F}
	60	10.341^{B-D}	4.195^{L}	2.168^{M-P}	12.469^{A}	9.568^{D-F}
	120	1.245^{Q-S}	5.737^{K}	2.784^{M}	9.280^{E-H}	9.561^{D-F}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD5%).

Means in each column with the same letters according to LSD test has no significant difference on probability of 5%.

خوش روش و همکاران (Khoshravesh *et al.*, 2015) گزارش کردند که عملکرد دانه، بیوماس، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه در تیمار آب مغناطیسی شده بیشتر از آب غیرمغناطیسی است که تیمار آب مغناطیسی باعث افزایش ۸/۰۳ درصدی ارتفاع گیاه شد و به‌طور کلی باعث افزایش ۵/۰۵ درصد در عملکرد دانه و افزایش ۵/۳۱ درصد بیوماس شده است. در تحقیقی واسیلوسکی (Vasilevski, 2003)

روی چغندرقند نشان داد که میدان مغناطیسی باعث افزایش وزن ریشه به میزان ۹۴ درصد، سطح برگ به میزان ۵۲ درصد، عملکرد به میزان ۱۳ درصد و میزان قند به نسبت ۰/۷درصد می‌شود.

بنیه وزنی

جدول ۹ نشان‌دهنده تجزیه واریانس صفت بنیه وزنی می‌باشد. بر این اساس کلیه اثرات به جز اثر متقابل رقم در میدان مغناطیسی معنی‌دار بود ($p<0.01$). مقایسه میانگین اثر سه‌گانه رقم، میدان مغناطیسی و مدت زمان اعمال میدان، برای صفت بنیه وزنی گیاه در جدول ۱۰ آورده شد. بررسی اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که سطح شاهد میدان مغناطیسی در رقم شیراز دارای کمترین میانگین بنیه وزنی بود که با میانگین سایر سطوح در این رقم تفاوت معنی‌دار نداشت. سطح ۲۰۰ میلی‌تسلا با اعمال مدت زمان ۱۲۰ دقیقه در رقم سرداری، بیشترین بنیه وزنی را داشت که با سطح ۲۰۰ میلی‌تسلا با مدت زمان ۶۰ دقیقه در همین رقم، اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس بر بنیه وزنی

Table 9- Results of ANOVA on seed weight vigor index

منبع Source	درجه آزادی df	مربعات کل Total squares	میانگین مربعات Average squares	ضریب F F
Cultivar (V)	4	3.1870522	07967631	289.85**
Field (F)	2	0.1829764	0.0914882	33.28**
Time (T)	2	0.2330747	0.1165374	42.39**
V*F	8	0.0208523	0.0026065	0.95ns
V*T	8	0.3565774	0.0445722	16.21**
F*T	4	0.0648139	0.0162035	5.89**
V*F*T	16	0.3547011	0.0221688	8.06**
Error	90	0.2748889	0.0027489	
Coefficient of variation				14.38446

** معنی‌دار در سطح یک درصد و ns عدم معنی‌دار

** Significant at 1% of probability levels and ns Non-Significant

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه رقم، میدان مغناطیسی و زمان در ارتباط با صفت بنیه وزنی

Table 10- Comparison of the mean of triple interaction of the cultivar, magnetic field and time (Seed weight vigor index trait)

میدان مغناطیسی Magnetic field (mT)	زمان Time (min)	رقم یاواروس Yavarus	رقم فلات Falat	رقم شیراز Shiraz	رقم روشن Roshan	رقم سرداری Sardari
0	0	0.347J-M	0.247M-P	0.112S	0.484E-G	0.538D-F
	30	0.124RS	0.249L-P	0.106S	0.363JK	0.374JK
100	60	0.132Q-S	0.443F-J	0.106S	0.437G-J	0.545C-E
	120	0.112S	0.259L-P	0.165P-S	0.655AB	0.645B
	30	0.122RS	0.346J-M	0.260L-P	0.383H-K	0.480E-H
150	60	0.292K-O	0.482E-G	0.250L-P	0.576B-E	0.642BC
	120	0.318K-N	0.260L-P	0.138Q-S	0.641BC	0.618B-D
	30	0.218N-R	0.381I-K	0.205O-S	0.570B-E	0.434G-J
200	60	0.349J-L	0.304K-O	0.207O-S	0.430G-J	0.660AB
	120	0.109S	0.478E-I	0.229N-Q	0.640BC	0.739A

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌دار ندارند (LSD5%).

Means in each column with the same letters according to LSD test has no significant difference on probability of 5%.

مارتینز و همکاران (Martinez *et al*., 2002) افزایش میزان رشد و همچنین وزن ریشه و اندام هوایی گیاه گندم را در اثر کاربرد میدان مغناطیسی مشاهده کردند. پوئیناپن و همکاران (Poinapen *et al*., 2013) نشان دادند که کاربرد میدان مغناطیسی قویتر در آزمایش آن‌ها (حدود ۱۰۰ میلی‌تسلا) باعث افزایش میزان وزن ریشه و اندام هوایی و همچنین عملکرد نهایی گیاه گوجه‌فرنگی شد. ریشه و اندام هوایی جوانه‌های ذرت در اثر کاربرد میدان مغناطیسی یکنواخت در آزمایش فلورزو همکاران (Florz *et al*., 2007) دارای رشد و وزن بیشتری بودند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تأثیر آب مغناطیس بر رشد و جوانه‌زنی پنج رقم گندم متداول برای کشت، بررسی شد. با توجه به نتایج حاصل، می‌توان بهترین رقم را از لحاظ شاخص‌های بررسی شده در این پژوهش، جهت بهره‌وری محصول و آب مصرفی و انرژی انتخاب نمود. در اندازه‌گیری وزن خشک به‌ترتیب در رقم‌های یاواروس، روشن و سرداری در میدان ۱۵۰ میلی‌تسلا و مدت زمان ۱۲۰ دقیقه بیش‌ترین وزن خشک مشاهده گردید که با شاهد، تفاوت معناداری

داشت. در بررسی سرعت جوانه‌زنی نتایج نشان داد که در حالت کلی ارقام مختلف در سطوح میدان متفاوت، اختلاف معناداری ندارند. با این وجود رقم روشن در میدان‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌تسلا و در مدت زمان ۳۰ دقیقه بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی را داشت. با توجه به آن که اختلاف معناداری بین این دو سطح میدان (۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌تسلا) وجود نداشت، بهتر است که از سطح میدان پایین‌تر جهت مصرف کمتر انرژی استفاده شود. نتایج به‌دست آمده از درصد جوانی‌زنی نشان داد که اختلاف بین سطوح میدان مغناطیسی در همه ارقام، سبب تفاوت معناداری نمی‌شود. البته در رقم‌های روشن و یاواروس، نسبت به بقیه رقم‌ها درصد جوانه‌زنی بیشتری حاصل شد. بنابراین بهتر است از کم‌ترین سطح میدان و مدت زمان اعمال میدان، استفاده گردد. در بررسی صفت بنیه طولی، مشاهده شد که رقم روشن در میدان ۲۰۰ میلی‌تسلا و مدت زمان ۶۰ دقیقه، دارای بیش‌ترین درصد بنیه طولی است که با سایر میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد. در حالت کلی ارقام روشن و سرداری از صفت بنیه طولی بیش‌تری نسبت به بقیه ارقام برخوردار بودند و بهتر است که از این ارقام برای رسیدن به صفت بنیه طولی بیشتر استفاده شود. در اندازه‌گیری صفت بنیه وزنی، رقم سرداری با سطح میدان ۲۰۰ میلی‌تسلا و زمان ۱۲۰ دقیقه، بیش‌ترین درصد بنیه وزنی را دارا بود که با درصد بنیه وزنی در همین سطح میدان و با زمان ۶۰ دقیقه، اختلاف معناداری نداشت. بنابراین پیشنهاد می‌شود که از میدان با سطح ۲۰۰ میلی‌تسلا و زمان کم‌تر استفاده شود.

References

1. Abdul-Baki, A. A., and J. D. Anderson 1973. Vigour determination in soybean seeds by multiple criteria. Crop Science 13 (6): 630-637.
2. Amaya, J. M., M. V. Carbonell, E. Martinez, and A. Raya. 1996. Effects of stationary magnetic fields on germination and growth of seeds. Horticultural Abstracts 6: 1363.
3. Belov, G. D., N. G. Sidorevich, and V. T. Golovarev. 1988. Irrigation of farm crops with water treated with magnetic field. Soviet Agricultural Sciences, USA.
4. Chibowski, E., and A. Szczes. 2018. Magnetic water treatment- A review of the latest approaches, Chemosphere 203: 54-67.
5. Danilov, V., T. Bas, M. Eltez, and A. Rizakulyeva. 1994. Artificial magnetic field effects on yield & quality of tomatoes. Acta Horticulture 366: 279-285.
6. Duarte Diaz, C. E., J. A. Riquenes, B. Sotolongo, M. A. Portuondo, E. O. Quintana, and R. Perez. 1997. Effects of magnetic treatment of irrigation water on the tomato crop. Horticulture Abstracts 69: 494.
7. Ellis R. H., and E. H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology 9: 373-409.
8. Emam, Y. 2007. Crop Growing (3th ed.). Shiraz University Publication Center. Iran, Shiraz. (In Farsi).
9. Esitken, A., M. Turan. 2004. Alternating magnetic field effects on yield and plant nutrient element composition of strawberry (Fragaria- ananassa cv. Camarosa). Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science 54 (3): 135-139.
10. Eskandari, I., and V. Feiziasl. 2016. Influence of Conservation Tillage on some Soil Physical Properties and Crop Yield in Vetch-Wheat Rotation in Dryland Cold Region. Journal of Agricultural Machinery 7 (2): 451-467. (In Farsi).
11. Fathi, A., T. Mohameda, G. Claudeb, G. Maurinb, and B. A. Mohameda. 2006. Magnetic water treatment on homogeneous and heterogeneous precipitation of calcium carbonate. Water Research 40 (10): 1941-950.
12. Florez, M., M. V. Carbonell, and E. Mart'inez. 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination & early growth. Environmental and Experimental Botany 59: 6-75.
13. Ghodsipour, S. H., S. M. Abtahi, and F. Lotfian Delouei. 2016. A Study on Modern Agricultural Irrigation Methods with the Approach to Introducing Modern Irrigation Technology. The First National Water Management Conference on Optimal Water Consumption in Agriculture. Iran, Hamadan. (In Farsi).
14. Gyulakhmedov, Kh., and N. Seiidaliev. 1991. Irrigation with magnetically treated water. CAB Abstracts Khlopok 5: 57-58.
15. Hassan Oghli, A. 2008. Applications of wastewater and recycled water. In: 1th National Seminar on Recovered Water Wastewater in Water Resources Management, Mashhad. (In Farsi).
16. Hilal, M. H., and M. M. Hilal. 2000. Application of magnetic technologies in dessert agriculture. Seed germination & seedling emergence of some crops in a saline calcareous soil. Egyptian Journal of Soil Science 40 (3): 413-422.
17. Khoshravesh, M., and F. Emamighara. 2015. Effect of Magnetic Water on Wheat yield under Irrigation Condition, Third Agricultural and Sustainable Natural Resources Conference. Iran, Tehran, Mehr-e Aravand Educational Institute, Promotion Group of Environmental Lovers. (In Farsi).
18. Kiani, A. 2003. Magnetic water New phenomena in promoting water productivity. Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province. Zaytun Magazine 183: 1-9. (In Farsi).
19. Leather Wood, W. R. 2005. Influence of salt stress on germination, root elongation and carbohydrate content of five salt tolerant and sensitive taxa. MSc. Thesis, Department of Horticultural Science, North Carolina State University, USA.

20. Maguire, I. D. 1982. Speed of germination - Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 2 (2):176-177.
21. Martinez, E., M. Carbonell, and M. Florez. 2002. Magnetic biostimulation of initial growth stages of wheat (*Triticum aestivum* L.). Electromagnetic Biology and Medicine 21 (1): 43-53.
22. Nasher, S. H. 2008. The Effect of Magnetic Water on Growth of Chick-Pea Seeds. Engineering and Technology 26 (9): 1125-1130.
23. Podleoeny, J., S. Pietruszewski., and A. Podleoena. 2004. Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot Conditions. International Agrophysics 18 (1): 65-72.
24. Poinapen, D., D. C. Brown, and G. K. Beeharry. 2013. Seed orientation & magnetic field strength have more influence on tomato seed performance than relative humidity & duration of exposure to non-uniform static magnetic fields. Journal of Plant Physiology 170 (14): 1251-1258.
25. Rhoades, J., A. Kandiah, and A. M. Mashali. 1992. The use of salirle waters for crop production. FAO Irrigation and Drainage paper 48. Rome, Italy.
26. Sadeghi, H. 2010. Design, construction and evaluation of magnetic water supply for agricultural use. Master's Thesis, University of Tehran, Tehran. (In Farsi).
27. Selima, Dalia Abdel-Fattah H., R. M. A. Nassar, M. S. Boghdad, and M. Bonfill. 2019. Physiological and anatomical studies of two wheat cultivars irrigated with magnetic water under drought stress conditions. Plant Physiology and Biochemistry 135: 480-488.
28. Vashisth, A., and S. Nagarajann 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. Journal of Plant Physiology 167 (2): 149-156.
29. Vasilevski, G. 2003. Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture Bulg. Journal Plant Physiol 29 (3): 179-186.
30. Zarei, S. 2017. Impact of Magnetized Water by a New System on the Growth and Germination of Five Wheat Grain Seeds, Master's Thesis, University of Shiraz, Shiraz. (In Farsi).

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 10, No. 2, Fall- Winter 2020, p. 289-298

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۹، ص ۲۹۸-۲۸۹

Investigating the Impact of the Magnetized Water on the Growth and Germination of Five Wheat Grain Seeds

S. Zarei[1], M. Kasraei[2*], M. A. Nematollahi[2]

Received: 19-11-2018
Accepted: 01-05-2019

Introduction

Cereals as one of the most important sources of food plants could provide more than 70% of the food for the human population. Passing of water from the magnetic field is among approachable methods in order to reduce the total amount of water used for irrigation. Moreover, magnetized water is a new concept for increasing the water efficiency. Therefore, this study was aimed to investigate the effects of the magnetized water on some of features containing dry weight, germination velocity and percentage, length and weight vigor indices of five common wheat cultivars including Roshan, Sardari, Shiraz, Falat and Yavarus, to introduce the best cultivar considering the growth and germination indices as well as water and energy efficiency.

Materials and Methods

To perform this experiment, a device with a magnetic field of 500 millitesla was constructed to accommodate both the water path and the placement of seeds in the magnetic field. To perform the experiments, 10 seeds in 4-kg vases and 25 seeds in each Petri dish were cultivated in the greenhouse and laboratory, respectively. The experiments were carried out in the form of completely randomized factorial design. The factors are considered as the duration time of keeping the water in the magnetic field (three levels of 30, 60 and 120 minutes), the intensity of the magnetic field (three levels of 100, 150, and 200 millitesla), and five wheat cultivars (Roshan, Sardari, Shiraz, Falat and Yavarus) in three replications.

Experiments related to the both of rate and percent of germination and for dry weight were performed at room temperature in the laboratory and greenhouse under controlled conditions, respectively. The measured data were analyzed using SAS software. The F test was used to determine the significant level of treatments. The comparison of the means was evaluated using LSD test.

Results and Discussion

The obtained results, showed that the effect of magnetic water on all growth and germination indices compared to control samples was significant. Under the 150 millitesla and 120 minutes treatment, the Yavarus, Roshan and Sardari cultivar had maximum dry weight, respectively. The Roshan cultivar had the maximum germination velocity at 100 and 150 millitesla and duration time of 30 minutes. Moreover, the maximum germination percentage was found in the Roshan cultivar, which did not have a significant difference with Yavarus cultivar. The Roshan cultivar in 200 millitesla field and duration time of 60 minutes, had the maximum percentage of length vigor index, which showed a significant difference with other averages.

In general, Roshan and Sardari cultivars had more length vigor index than other cultivars. Sardari cultivar had maximum percentage of weight vigor index under 200 millitesla and 120 minutes duration time, which had no significant difference with the percentage of weight vigor index at the same field level and with duration time of 60 minutes.

Conclusions

According to the obtained results to achieve the maximum value of dry weight, it is better to use the Yavarus cultivar. It is recommended to use the Roshan cultivar with the lower level of magnetic field and duration time to attain the maximum value of the germination velocity and percentage. To get the maximum value of the length vigor index and the weight vigor index the Roshan and Sardari cultivars, and the Sardari cultivar with field of 200 milli Tesla and lower duration time are preferred.

Keywords: Germination indices, Length and weight vigor, Magnetic water, Wheat

1- MSc Graduated Student, Biosystems Engineering Dept., Shiraz University, Shiraz, Iran
2- Assistant Professor, Biosystems Engineering Dept., Shiraz University, Shiraz, Iran
(*- Corresponding Author Email: kasraei@shirazu.ac.ir)